

## 正誤表 Errata

ページ Page	カラム Column	行 Line	誤 For	正 Read
108	Fig. 18 caption	↓ 1	RI, GI (13 歳メス)	GI (13 歳メス)
109	Figure caption	↓ 1	Fig. 18	Fig. 19
117	Table 12 caption	↓ 1	フェンス型	2015 年にフェンス型
117	Table 12 note			<sup>a</sup> 重複個体を除いた数を表す. <sup>b</sup> 確認個体数のうち、体毛を採取した月において初めて遺伝情報が得られた個体を示す.
120	Table 19 caption	↓ 1	2011-15 年の 5 年間に 斜里町, 羅臼町で死 亡した 222 頭のヒグマ のうち DNA 分析に供 した頭数と分析に成功 した頭数.	麻酔銃により捕獲してヒグマに装 着した標識.

# 知床半島先端部地区におけるヒグマ個体群の保護管理、 および、羅臼町住民生活圏へ与える影響に関する研究

下鶴 倫人<sup>1\*</sup>・山中 正実<sup>2</sup>

1. 060-0818 北海道札幌市北区北18条西9丁目, 北海道大学獣医学部野生動物学教室 2. 099-4113 北海道斜里郡斜里町本町49-2, 斜里町立知床博物館

## Research Related to Conservation and Management for Brown Bear Population in and around the Apical Part of Shiretoko Peninsula, and Influence of Bears on Human Residential Area

SHIMOZURU Michito<sup>1\*</sup> & YAMANAKA Masami<sup>2</sup>

1. Hokkaido University, N18W9 Kita-ku, Sapporo, Hokkaido 060-0818, Japan \*✉[shimozuru@vetmed.hokudai.ac.jp](mailto:shimozuru@vetmed.hokudai.ac.jp) 2. Shiretoko Museum, 49-2 Hon-mach, Shari, Hokkaido 099-4113, Japan

This study was conducted mainly in the Rusha area, a special wildlife protection area near the tip of the peninsula, from 2011 to 2015. First, we clarified age and sex structure of the brown bears in the Rusha area by direct observation. By focusing on reproductive histories of 23 adult female bears, we estimated their reproductive parameters, including litter size and cub survival rate. Second, blood relationships among bears in the Rusha area and their dispersal patterns were investigated by using genetic analysis. DNA samples were collected in the Rusha area and also throughout the peninsula, from feces, hairs by using hair-traps, skin tissues collected by dart-biopsy, and harvested bears. Third, we captured 8 bears by dart injection using a CO<sub>2</sub> injection rifle for behavioral tracking by GPS collar. Findings obtained by the current study will contribute to the understanding of bear ecology and to appropriate conservation and management of bears in the Shiretoko Peninsula.

### はじめに

国立公園, 世界自然遺産地域に指定されている知床半島には, 高い生息密度のヒグマ個体群が存在している。特に1982年以降, 国立公園のほぼ全域が国指定鳥獣保護区に指定されて以来, 狩猟による捕獲圧はなくなり, ヒグマはじめ多くの野生動物を目にすることができるようになった。今や知床は, 国内で唯一クマの姿を日常的に観察することができる地域として多くの人々を引きつけている。特に観光船からのヒグマウォッチングは知床観光の定番の一つとなり, 毎年10万人に近い人々がヒグマの姿に歓声を上げている。

一方で, ヒグマと住民生活や国立公園利用の間にはたくさんの軋轢が発生している。地形的に狹隘な知床においては, ヒグマは保護区内外を行き

来し, 特に定住者や漁業活動拠点の番屋が多い半島東岸羅臼町の住民生活に影響を与えていると予想されるが, その実態は明らかではなかった。本研究はこの地域のヒグマ個体群の生物学的特性や行動特性を明らかにすることで, 人とヒグマの共存対策の検討に貢献しようとしたものである。

本研究は2011年から5年間にわたり実施された。現地調査は先端部周辺でも特に高密度にヒグマが生息する半島西岸のルシャ地区を中心に行った。野外観察による個体識別や遺伝子分析により, この地域を利用するヒグマの集団構造を明らかにした。また繁殖状況や子の生存率など生物学的特性も明らかにした。さらにヒグマにGPS標識を装着したり, 保護区内外で捕獲個体やその他の遺伝子試料を採取・分析することで, 年周行動や移動

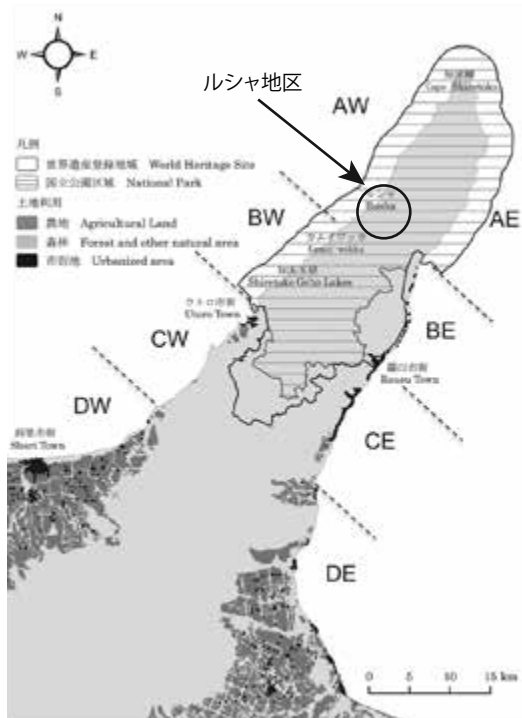


図1. 知床半島における土地利用, および, 国立公園・世界自然遺産登録地の位置 (山中ら2016を改変).

分散の傾向を明らかにした。クマ類について、一定の地域内の多くのヒグマの血縁関係など集団の構造を明らかにしたのは本研究が国内では初めてである。標識調査や広域的な遺伝子分析では、保護区境界を越えて行き来するヒグマの行動が見えてきた。また、これらに調査の過程で、クマから直接遺伝子試料を採取するバイオプシグート法や野生のクマを麻酔銃で捕獲する手法を我が国で初めて確立したことも大きな成果である。

本研究の多くの成果は、2012年から開始された世界遺産管理計画の一翼である知床半島全体ヒグマ管理計画の立案や運用にも大きく貢献した。本報告は記録性を重視して、5年間の調査研究で行ってきたことをできる限り詳細に記載し、今後のヒグマ研究の新たな展開や、2017年から始まったヒグマ管理計画の第2期計画で予定されている長期的なモニタリング調査の手法検討にも資することも意図している。

## 調査地域

知床半島は北海道東部からオホーツク海に向かって約70 kmにわたって突き出した細長い半島である。主稜線には1,000 m前後の火山性の山々が連なっており、急峻な地形に多数の小規模河川が存在する。半島基部の農地や海岸沿いに存在する市街地を除けば、半島の大部分はトドマツやミズナラを主体とする針広混交林に覆われている。知床半島中央部以先のほとんどの地域は、知床国立公園・国指定知床鳥獣保護区に指定されて厳格に保護されており、2005年には世界自然遺産地域となった(図1)。

直接観察、遺伝子分析、GPS標識付けなどの集中的な調査は、西海岸に位置するルシャ地区(北緯44度12分, 東経145度12分)で行った。下流域の約1,156 haは、鳥獣保護区の中でも最も厳格な保護が行われる特別保護指定地域にも指定されており、唯一のアクセスルートである保安林管理車道は北海道森林管理局が所管し、一般の立入を規制してきた。ここにはサケ科魚類が遡上産卵する3本の河川が集まって海に流れ込んでおり、ヒグマにとって非常に良好な生息環境にあるため、半島内でも特に生息密度が高い。近隣には漁業者が季節的に漁労の拠点として利用する番屋が1軒あるが定住者は存在しないため、長い間、人との軋轢を伴わずに個体群が維持されてきた。その結果、同地区に現れるヒグマの多くは人の存在を意に介せず行動し、近距離から安全にヒグマを観察することが可能である。

GPS標識を装着した個体の追跡調査と広域的なヘアトラップによる遺伝子試料の採取は、半島中央部以先の地域を対象に行った。また、死亡個体からの遺伝子試料の採取は半島全域を対象に行った。

## ルシャ地区における直接観察によるモニタリング

ルシャ地区で観察されたヒグマを外見上の特徴に基づき識別した。全長約3kmに渡る海岸沿いの道路を車両にて往復し、ヒグマを発見した際は双眼鏡による目視観察およびデジタルカメラによる写真撮影を行い、体の大きさや外陰部の観察に基

づいて性別や年齢階層を記録した。また胸部斑紋の有無や形状、毛色や体の模様、顔の特徴を記録し、個体毎に外見上の特徴をまとめた個体識別台帳を作成した。メス成獣については、連れ子の有無や数および年齢を、また外陰部の肥厚度(4段階で評価)や乳腺の腫脹の有無を評価することで繁殖状況を記録した。

各年で目視観察されたヒグマの数および内訳を表1にまとめた。一年間で目視観察されたヒグマの数は平均46頭であり、主として約17頭のメス成獣とその子らがルシャ地区を断続的に利用していた。5年間で観察された個体のうち、外見上の特徴や遺伝子解析により調査期間を通して識別可能であった個体について、各年における出没状況を表2-4に記載した。2011年から2015年の間に子を連れて観察されたメスは合計23頭であった。当歳子を連れて観察された33例のうち、その年の連れ子の最大数は3頭が2例、2頭が22例、1頭が9例であり、平均は1.79頭であった。当歳子の1年間(生後約半年から約1年半まで)の生存率を表5に示した。当歳子の生存率の平均は約50-70%であったが、年ごとに大きく変動し、2012年と2015年は低い傾向が認められた。成獣オスが観察されることは稀であり、複数年にわたり確認された個体は計3頭であった。

### 遺伝子試料の収集と解析

個体が有する遺伝情報を解析することにより、個体を識別したり個体間の血縁関係を明らかにすることが可能である。本調査では、以下に述べる複数の手法を用いて遺伝子試料を収集し、マイクロサテライトマーカーを用いた遺伝子解析を実施した。

解析に当たってはクマ類の研究で使用されている21座位のマイクロサテライトマーカーを用いて遺伝子型を決定した(Shimozuru et al. 2017)。PCR反応はMultiplex PCR Assay Kit(タカラバイオ)を用い、2座位もしくは3座位を組み合わせて標的座位を増幅した。その後ABI PRISM 310(ライフテクノロジーズジャパン)を用いてPCR産物のサイズを解析し、遺伝子型を決定した。また、既



図2. ヘアトラップの有刺鉄線をくぐろうとして背中を引っかけたヒグマ。

報の手法に従い、アメロゲニン遺伝子を標的とした性別判定(Yamamoto et al. 2002)およびミトコンドリアDNAコントロール領域の解析(Matsuhashi et al. 1999)を行った。

#### 1. ヘアトラップ法による体毛の採取

野外において体毛を収集し、毛根部に含まれるDNAを抽出することで遺伝子解析に用いる手法は、非侵襲的に効率良く試料を収集することができることから、クマ類における調査研究に広く用いられている。本調査ではヒグマが匂い付けのために樹木の幹に体を擦り付けた際に残存した体毛を収集する手法と、誘引物を有刺鉄線で囲うことで体毛を採取する手法(ヘアトラップ法)を併用した。

2011年は肉眼的に識別した個体から直接的に遺伝子情報を収集することを目的とした。ルシャ地区海岸に漂着したイルカ死体の周りを有刺鉄線で取り囲み(長さ約50 m、幅約30 m)、囲いに侵入しようとした個体の体毛が有刺鉄線に残留することを期待した(図2)。当初、有刺鉄線の高さは50 cm、100 cmの2段としたが、1頭の成獣オスが上段を飛び越えたため3段目(高さ120 cm)を追加した。調査者は囲い付近にとめた車の中で待機し、現れたヒグマの特徴を記録・識別するとともに、トラップ侵入時に有刺鉄線に引っかかった際は体毛を回収した。10日間の調査において45頭(当

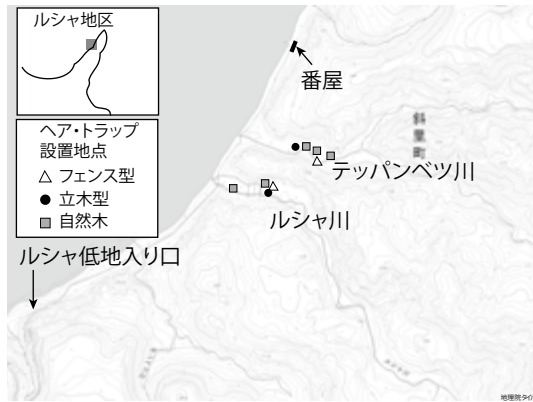


図3. ルシャ地区におけるヘアトラップの配置.

歳子13頭を含む)のヒグマが観察された。このうち、42頭(当歳子11頭を含む)がトラップ内に侵入し、うち27頭(当歳子2頭を含む)の体毛の回収に成功した。

2013年から2015年にかけて、人目につく海岸に現れないヒグマの遺伝情報を得ることを目的とし、ルシャ川およびテツパンベツ川の河口より約1 km上流の林内にヘアトラップ(フェンス型)を計2箇所設置した(図3)。2013年に設置したトラップは一辺約6 mの正方形型とし、有刺鉄線の高さは50 cm, 80 cmの2段とした。フェンスの周囲には4基の自動撮影カメラを設置して画像から侵入する個体の外見的特徴や子の有無などを把握した。2014, 2015年は、フェンスの規模を縮小することと、死角をなくしながらカメラ台数を減らすことを目的にトラップの形状を正三角形型とし(図4)、有刺鉄線の高さを40 cm, 85 cmに変更した。誘引物としては本地域のヒグマが日常的に餌としていて、誘引力も強いことが期待されるシカ肉を用い、オス成獣が立ち上がっても届かないよう、3.3-3.5 mの高さに吊した。また侵入する個体を自動撮影カメラを用いて撮影した。トラップの中央には立ち上がり補助杭を立て、誘引物を取ろうとしてヒグマが杭を使って立ち上がることを期待し(図5)、その映像を撮ることで、胸部の白斑の特徴を捉えようとした。また、立ち上がらせた映像から外部生殖器や乳腺の状態を見て性別判定を容易にした。見回りは約2週間に1度の頻度とし

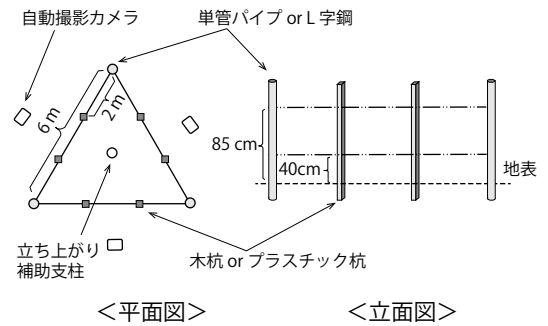


図4. 三角形のフェンス型ヘアトラップ.



図5. ヘアトラップのフェンス内に入って、立ち上がり補助杭に前肢をつけて立ち上がったヒグマ.

て、体毛やカメラのデータの回収とトラップの補修などを行った。毛は複数の個体が混じらないように、有刺鉄線の一つの棘ごとに別々の紙封筒に入れ、回収後は有刺鉄線に残存した毛をガスバーナーで焼却した。また、調査時に発見した背擦り木(ヒグマが匂い付けに利用する自然木)からも毛の回収を行った。樹木の分泌物(松ヤニ)が体毛に付着していた場合は、70%アルコール内に保存した。定期的に利用されている自然の背擦り木はルシャ川沿いに2本、テツパンベツ川沿いに3本確認された。

また、2015年は新たな体毛採取法として、立木型ヘアトラップ法(図6)を試行した。従来のフェンス型ヘアトラップは平らな地盤を選んで設置する必要があること、設置に労力を伴うこと、誘引物

の補充や管理に手間や注意が必要であることなどの課題を有している。立木型ヘアトラップは、ヒグマが好む匂いを用いて背擦り行動を誘発することにより体毛を採取するものであり、従来の手法に代わるものとして期待された。2015年は前述の三角形フェンス型のヘアトラップと毛の回収効率を比較するため、フェンス型ヘアトラップより約50-100 m程度離れた位置に立木を選定し(ルシャ川, テッパンベツ川沿いに各1本), 地表40 cmから230 cmまで約30 cm間隔で有刺鉄線を巻き付けた。誘引物として木材防腐剤(クレオソート油R, 吉田製油所)を一部に塗布した。メンテナンスと毛の回収は両タイプのトラップで同じ日に並行して行った。

上記に加え2015年度は、より広範囲の地域より遺伝子試料を収集することを目的とし、知床半島内の複数の地点において、ルシャ地区と同様に三角形フェンス型ヘアトラップ法と立木型ヘアトラップ法を併用した体毛の収集を行った。トラップの設置場所は、斜里町3地点(ウンメン岩, イロイロ沢, イダシュベツ川), 羅臼町4地点(アイドマリ川, オショロコツ川, ルサ川, チエンベツ川)とした(図7)。設置期間は7月末から10月末までとし、ルシャ地区と同様の手法により体毛を回収した。

各年において採取した月別の体毛数, 遺伝子

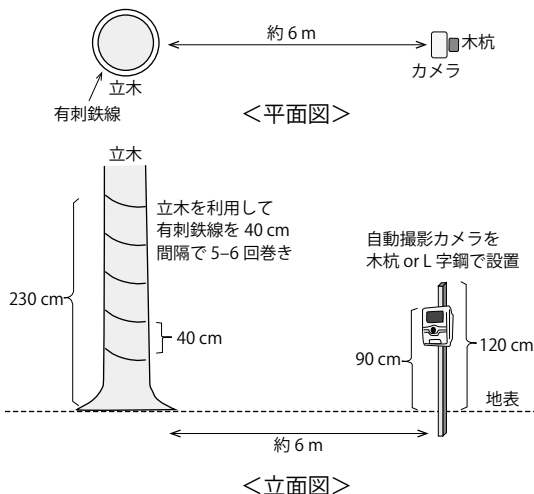


図6. 立木型ヘアトラップ。

解析に供試した数および遺伝子解析の成功率を表6-11に記した。ルシャ地区における体毛の採取数は、いずれの手法においても9月に多くなる傾向が認められた。遺伝子解析において確認された個体の数および初めて確認された個体(新規個体)の数についても同様に、8月から10月にかけて増加した。新規個体が9月に多くなった要因としては、サケ科魚類の遡上にともない周辺地区より個体が集まってきたこと、また当歳子が成長してフェンス型ヘアトラップ下段の有刺鉄線に引っかかり易くなったことが考えられる。このような傾向は、同じくサケ科魚類の遡上する河川の河口近くにトラップを設置した羅臼側のヘアトラップにおいても認められた。一方、斜里側に設置したヘアトラップにおける体毛回収のピークは10月であった。これらの設置場所は標高300 mほどの林内であり、ミズナラやヤマブドウなど果実類を探して行動していた個体が訪れたのではないかと考えられる。ルシャ地区, 斜里側および羅臼側のヘアトラップにおいて遺伝子解析により確認された個体数を表12に示した。年間の確認個体数はルシャ地区で最も多く、高い生息密度を反映したも

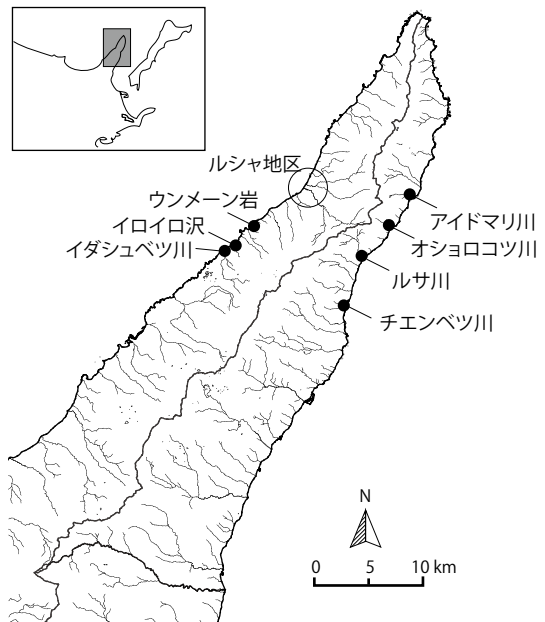


図7. 2015年に行ったヘアトラップの広域配置の位置。

のと思われた。また、斜里側および羅臼側のヘアトラップにおいて確認された個体の約3割は、ルシャ地区においても確認されており、地域間で個体の行き来があることが明らかになった。

遺伝子解析の成功率 (DNA抽出後に実施したマイクロサテライト解析において良好な増幅が認められたもの) は、年により多少のばらつきが認められたものの、7月から9月にかけて7-8割程度で推移し、10、11月に若干低下する傾向が認められた (表7, 9, 11)。このように解析成功率が季節により変化することはこれまでも指摘されており (湯浅・佐藤2008)、9月下旬から毛根が小さい体毛が増加したことが一因と考えられた。しかしながら、本調査では新規個体を探索することを主な目的としていたため、自動撮影カメラの画像などから新規個体である可能性があると判断された場合は毛根が認められない体毛についても解析に供試した。このため算出された解析成功率が必ずしも体毛の状態の季節性を反映したものではないことに注意が必要である。また、秋期に採取した体毛では、はっきりとした毛根部が認められなくても、皮脂のような細胞塊が毛の表面を覆うように付着していることがあり、このような体毛から良好な解析結果を得ることができた。秋期の体毛については特に、解析に使用するサンプルを注意して選定することが、解析成功率を上げるために重要であると考えられる。

フェンス型および立木型ヘアトラップにおける



図8. DAN-INJECT社製の炭酸ガス圧式麻醉銃 (CO<sub>2</sub> Injection Rifle Model J.M.ST).

体毛採取数、および遺伝子解析で確認された個体数について、それぞれ表10および表12にまとめた。立木型ヘアトラップはフェンス型に比べ、約2倍の体毛を収集することができ、採取効率に優れていることが明らかとなった。同様に、立木型ヘアトラップではフェンス型に比べ約2倍の頭数が遺伝子解析により確認された。前述のように、立木型ヘアトラップは設置、管理にかかる労力も低減できることから、従来のフェンス型ヘアトラップに代わる手法として有用であると言える。一方、課題としては体毛の回収時に複数の個体の体毛が混ざってしまうことが挙げられる。特にトラップの利用頻度が増加する秋期においては、複数の個体が同一箇所背擦りを行い、解析の失敗の一因になることがあった。このような事態を防ぐためには、(1) 背擦りをする位置が重なりやすい幹の細い木を避け、直径30 cm以上の垂直な木を選定すること、(2) 誘引剤 (木材防腐剤) を複数箇所に塗布すること、(3) トラップの見回り間隔をあげすぎないこと、(4) 毛の採取前に、カメラ映像により複数個体の毛が混ざる可能性があるか確認すること、(5) またその場合は有刺鉄線の一棘に絡まった体毛をすべて回収するのではなく、一個体由来と思われるまとまった体毛を小分けにして採取すること、(6) 一度のDNA抽出に用いる毛の数 (通常は10本程度) を減らすこと (毛根の状態によっては3本ほどで解析可能なこともある)、といった対策が有効であると考えられる。

## 2. バイオプシグート法による遺伝子試料採取

非拘束下の野生のクマから遺伝子解析に供する試料を直接的に採取する手法としてバイオプシグート法を試みた。この手法は麻醉銃の投薬器に専用の針を取り付けて対象動物に命中させ、投薬器の針の中に残る小さな組織片から試料を得るというものである。クマ類についてはホッキョクグマ (Pagano et al. 2014)、アラスカヒグマ (Olson 2009) について試行例があるが、国内では初めての試みであった。

麻醉銃は炭酸ガス圧式麻醉銃 (CO<sub>2</sub> Injection Rifle Model J.M.ST; DAN-INJECT社, 図8) に口径



図9. DAN-INJECT社製の麻酔銃用針. 上から麻酔薬注入用の針状の返し付きのタイプ (barbed) と円錐形のスカート状の返し付きのタイプ (collared). 一番下がバイオプシダート針.

11 mmの銃身を装着して、おもに1.5 mLの投薬器を使用した。ただし、初めてこの方法を開始した2011年については、試行的に3.0 mLの投薬器も一部使用した(表13)。口径11 mmの銃身は内壁に浅いライフルリングが切られており、投薬器に回転を与えることで命中精度を高めている。投薬器内にはバランスをとるために水を注入し(この水は注射されない)、バイオプシダート専用の針(Dan-Inject biopsy needle)の長さ20 mmのタイプを取り付けた(図9, 10)。また、麻酔銃による生体捕獲を試みている最中に試料採取が必要な個体が現れることもあったが、麻酔注射に用いる5.0 mLの投薬器は1.5 mLや3.0 mLの投薬器より大きな口径の銃身(口径13 mm)を使用しているため急な交換は不可能で、5.0 mLの投薬器にバイオプシダート針をつけて発射することが少数回あった(2014年と2015年)。

おもに使用した1.5 mLの投薬器の場合、麻酔銃の照準は距離20 m(ガス圧8気圧)、30 m(ガス圧11気圧)でゼロインさせ、距離に応じてガス圧を微調整した。メーカー推奨によりガス圧は麻酔薬注入のために投薬器を発射する場合よりも1-2気圧高めに設定した。発射する場合には、対象の個



図10. DAN-INJECT社製の投薬器. 上から5 mL, 3 mL, 1.5 mLの各タイプ. バイオプシダートには1.5 mLを用いる.

体に射程距離まで近づいて発射した(図11)。サケ科魚類の遡上期には、ヒグマが捕らえたサケの捕食に熱中している時に忍び寄ることで、より容易に接近することが可能であった。あるいは、海岸の波打ち際や川岸沿いなど、ヒグマが頻繁に通る場所を選んで待機しておき、ヒグマが射程距離内に歩み寄ってきた時をとらえて発射することも有効であった。発射は10 mから最大40 mで行ったが多くの場合は20-30 m程度であった。

万が一に備えて、発射の際には原則としてショットガンを保持した者、またはクマ撃退スプレーをかまえた者を射手の側に同行させた。これらの者はレーザー距離計を用いて射手とクマとの距離を測定し、刻々と変化する距離を射手に伝え



図11. バイオプシのために20-30 mまで近づいて投薬器を発射する.





図12. ヒグマの臀部に当たったバイオブシダート用の投薬器と逃走するヒグマ。

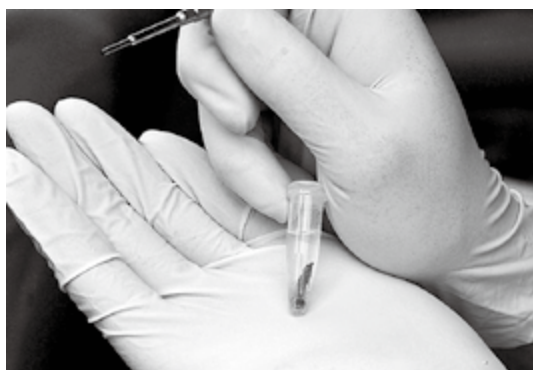


図13. バイオブシダート針の中から取り出され、保存液に入れられた皮下組織サンプル。

る役割も担っていた。射手は測定距離に応じて麻醉銃のガス圧を微調整した。

狙う部位はクマに対するダメージをできるだけ軽減させるために、厚い筋肉に覆われている臀部または大腿部を側方から撃つことを基本とした(図12)。バイオブシダート針を取り付けた投薬器は、クマに当たると通常速やかに自然落下する。クマが移動して安全が確認できた後に、投薬器を回収し、針内に残留している組織片などを取り出し、70%エタノールの保存液を満したプラスチックチューブに入れて持ち帰った。分析に供するまでの間は $-20^{\circ}\text{C}$ の冷凍庫で保存した。針内に肉眼で見える組織片がない場合でも、付着した細胞からDNAが抽出されることを期待して、針の周囲や内部を保存液でよく洗い落として保存した。

2011年から開始した本手法による試料採取に

おいて、さまざまな性年齢階層のヒグマに対して投薬器の発射を184回行った。しかし、大型のオス成獣は警戒心が強く、なかなか射程距離にまで接近することは難しく少数例に留まった。命中率はヒグマまでの距離や風向きや風速、対象個体が動いているか否かなど様々な要素によって影響を受けるが、約80%程度であった。回収した投薬器が破損したりしておらず、バイオブシダート針も回収されたもののうち、DNAの抽出に成功したものの割合は、全調査期間を通して88%であった(表13)。通常、筒状のバイオブシダート針内に数mmから1cm程度の肉眼で十分視認できる程度の細長い組織片が採取され(図13)、そのような場合は確実にDNA抽出が可能であった。また、体毛の破片や滓状の微量組織しか採取されておらず、サンプル瓶の保存液が若干濁る程度だけのようなことも24例見られた。しかし、このような場合でもその75%でDNA抽出が成功した。肉眼的に何も見えないような場合でも、保存液内で針を十分に洗うとDNA抽出ができた例もみられた。

投薬器が命中したヒグマの反応は、小さく唸って走ったり早歩きで逃走するものがほとんどであったが、その逃走距離は約80%が30m以下だった。その後はすぐに平常の行動にもどった。中には命中しても動かないもの、平常の行動を続けるものもみられ、むしろ遠方まで逃走し続けるような個体は少数であった。5年間で180回を超える試行において、ヒグマが反撃してきたことは一度もなかった。母グマに同伴している0才や1才の個体を撃つこともしばしばであったが、このような時にも母グマの攻撃行動はみられなかった。投薬器の命中で少量の出血がみられた個体もいたが、それは稀で長くは続かなかった。1回の命中で十分なサンプルが採れなかった場合には、一定の時間をおけばくり返し射程距離内まで近づいて撃つことも可能であった。個体差もあろうが、本調査地に日常的に現れる個体は、よほど執拗にくり返しダートを撃たない限りは、バイオブシダート法による試料採取がその行動に大きな影響を与えるとは考えづらい。カトマイ国立公園のブルックスリバーにおいて、公園利用者にアラスカヒグマを

観察させるために整備された高架木道で、150回ものサンプリングを行ったOlson (2009) も、ダートを撃った後に観察場所に出てこなくなるなどのヒグマの行動の変化は見られなかったと述べている。

待ち受け型の手法であるヘアトラップや糞からの試料採取では対象個体を選択することはできないが、この手法では任意の個体を選んでサンプリングを行うことができる。バイオブシダート法によって採取した試料の分析から、個体識別をすることができたヒグマは、重複を除いて各年ごとに12-32頭であった。5年間ではのべ95頭（重複あり）を識別することができた。実際に観察している個体から試料を採取して個体識別できることは、調査対象地域の個体群の血縁関係の分析を可能とするばかりでなく、野外調査における個体識別の精度向上に大きく貢献した。ヒグマの場合、ツキノワ状の白斑などの顕著な外見の特徴がないものも多い。また、季節的な肥満度の違いや毛替わりによって外見の変化も大きい。そのような場合、特徴の乏しい個体では、継続的に出産の有無などを観察していく上で支障があったが、識別に自信が持てない際にDNA分析による識別を加えることで、識別の精度を保ちながら長期的な観察を行うことが可能となった。

### 3. 糞からの遺伝子試料採取

糞の表面には腸粘膜の細胞が付着しており、遺伝子試料として利用できることが知られている。本調査では2014年より糞DNAの収集を開始した。新規個体より遺伝情報を得ることを主な目的とし、ルシャ地区周辺（知床保安林管理林道を含む）で発見した新鮮な糞を主な対象とした。また観察している個体が採食中もしくは逃走時に脱糞した際は、個体識別のために糞を採取した。試料の回収に際しては、いくつかの採取法、保存法を試行した結果、最終的に以下の手法を採用した。新鮮な糞を対象とし、検体採取用綿棒（フロックスワブR30, 株式会社スギヤマゲン）を用いて糞の表面全体を拭うように丁寧に擦り（図14）、これを1.6 mLの保存液（ASL Buffer, キアゲン）に浸漬・

攪拌した。これを再度繰り返した後、綿棒の先端部を切り離し、保存液内に入れた。保存液は常温保存としたが、遺伝子抽出まで1週間以上かかる場合は冷凍（-20°C）にて保存した。DNAの抽出はQIAamp DNA Stool Mini Kit（キアゲン）を用い、50 µLの溶出液を得た。

2014年から2015年にかけてルシャ地区周辺で採取して解析に供試した糞の数および遺伝子解析の成功率を表14にまとめた。2年間で供試した糞の合計は120個であり、そのうち約83%の糞において解析に成功した。月別に見ると7月に最も解析成功率が高くなったが、月による明瞭な差は認められなかった。糞の新旧および内容物による解析成功率の違いを表15および表16に示した。糞の外見の観察に基づき排泄された時期を推定したところ、排泄直後のものではすべての糞で解析に成功し、また排泄後1日程度であると推定された糞についても9割近くの糞で良好な結果が得られた。一方、排泄後2-3日程度であると推定された糞については解析成功率が50%程度まで低下する傾向が認められた。

糞の内容物に着目すると、草本・木本および果実類において解析成功率が高い傾向が認められた。堅果類（ミズナラなど）を含む糞についてはDNA抽出時に溶出液が褐色を呈することがあり、このような試料では遺伝子解析に成功しなかった。これは堅果類に多く含まれるタンニンなどの遺伝子増幅を阻害する物質を除去しきれなかったことによるものと考えられる。この溶出液を用いて再度



図14. 糞DNAの採取では、検体採取用綿棒で糞の表面を拭うように擦る。

DNA抽出工程を行った所、一部の試料では良好な解析結果が得られた。このように、堅果類を含む糞を用いて遺伝子解析を試みる場合は糞を過度に擦らないように注意するか、DNA抽出工程を2回繰り返すなどの工夫が必要であることが分かった。

一方、動物性タンパク質を多く含む糞では遺伝子解析効率が低下することが指摘されている(井上2015)。特にサケ科魚類を含む糞では顕著に成績が低下することが予想されたため、本調査では採取を行わなかった。一方、1例ではあるがシカを含む糞からは良好な結果を得ることができた。

以上のように、糞を用いた遺伝子解析において高い成功率を取めることができた。今後他地域においても本手法を採用することにより、より広範囲から遺伝子試料を収集することが可能になると期待できる。また、人の居住地周辺で発見された糞や、農作物被害を受けた畑に残された糞を用いて出没個体・加害個体を特定するなど、ヒグマの

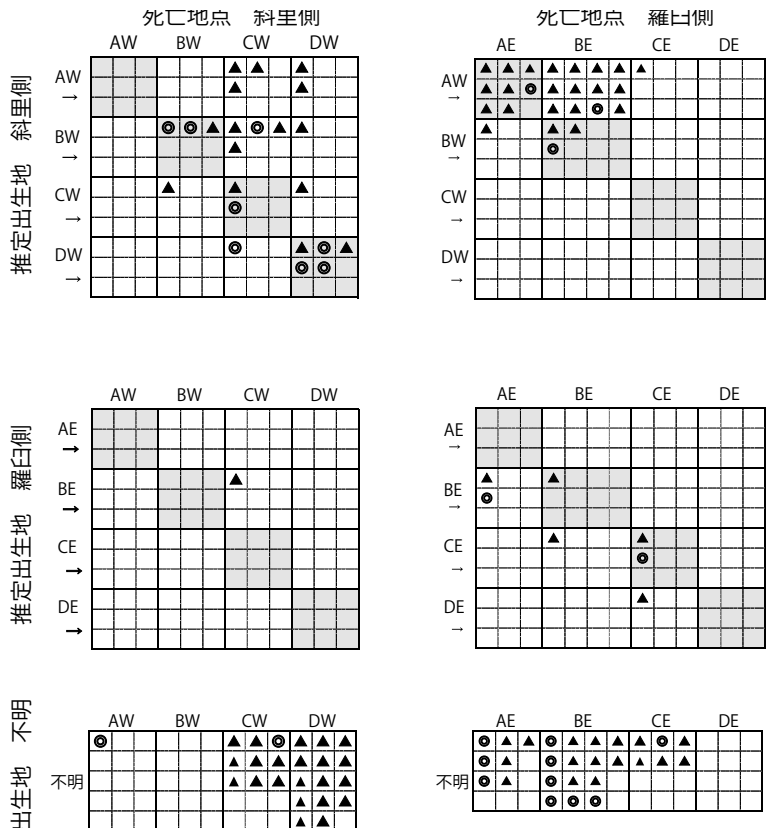
保護管理に活用することができるものと考えられた。

#### 4. 死亡した個体からの遺伝子試料の採取

2011年から2015年にかけて斜里町・羅臼町で有害駆除、狩猟、事故、自然死により死亡したヒグマは220頭にのぼった。これは従来知床ではみられなかった大量出没が、この間の2012年と2015年の2回も発生し、多数のヒグマが市街地や農地周辺に現れて住民の安全確保などのために駆除せざるを得なかったことが主な要因であった(山中ら2016)。知床半島を構成する斜里町と羅臼町では、両町が設立者となっている知床財団が、1988年の発足以来ヒグマの保護管理活動や調査研究を継続して進めており、両町の範囲で死亡するヒグマのほぼすべての個体を調査し、標本をサンプリングできる体制が創り上げられている。

本研究においても知床財団の協力の元に5年間に死亡したほとんどの個体から遺伝子解析試料を

図15. 2007-15年に知床半島斜里町側で人為的に死亡した47頭、および、羅臼側で死亡した59頭の亜成獣(2-4才)の推定出生地と死亡地点、山中ら(2016)を改変。▲はオス、◎はメスを示す。地域区分の記号は図1を参照。



収集分析することができた。表17に調査期間中に死亡したヒグマの死因別の頭数と分析に供した数、および、そのうちDNAの抽出に成功した数を整理した。斜里町側では5年間で131頭の死亡が確認され、狩猟で捕獲され標本を採取することができなかった2頭を除いて、129頭(98.5%)を分析することができた。羅臼町側で死亡が確認された91頭はすべて試料採取ができた。そのうち両町各1頭ずつの自然死した古い試料を除いて、他はすべてDNA抽出に成功することができた。ヒグマの死亡は半島の全域で広く生じており、これらの遺伝子解析結果をルシャ地区など半島先端部に生息するヒグマと比較することで、高密度にヒグマが生息する先端部から、半島南部や東岸の羅臼町側へのヒグマの移動分散の状況を把握しようとしたものである。

図15は、山中ら(2016)が提示した、推定された出生地と死亡が確認された地点をマトリクスで示す手法を用いて、親から別れた後に分散の傾向が強いとされる2-4才の亜成獣の分散の傾向を示したものである。山中ら(2016)のマトリクスは2007年から2014年までの人為的に死亡した亜成獣を表示したが、この度は2015年に遺伝子解析を行うことができた亜成獣を加えて表示した。図に示した亜成獣は半島西岸の斜里町側で死亡した個体が47頭、東岸の羅臼町側で死亡した個体が59頭である。地域区分は保護区や市街地・農地の分布などを考慮しながら知床半島を主稜線に沿って東西南北8つの地区に分けた(図1)。推定出生地はその個体が0歳の時に生息していた地域が明らかな場合はその地区を出生地とした。また、メス成獣は比較的定着性が強いいため、対象個体の母グマが遺伝子から特定できた場合には、母グマの生息地域や死亡した地域をその個体の出生地と仮定した。

斜里側で出生して斜里側で死亡した亜成獣(左上のマトリクス)のうち、網掛け部分より右上半分の個体(白抜き)は、斜里側(半島西岸)の中で北から南へ移動したことを示し、左下半分(白抜き)は西岸の中での南から北への移動したことを示す。中央の斜めの網掛けは出生地から移動せずに死亡したものである。左中のマトリクスは同様

に羅臼側(半島東岸)で生まれ、西岸へ移動したことを示すが1頭しか確認できなかった。左上のマトリクスの斜里側のAW, BW, CW地区から斜里側の南方(BW, CW, DW)に移動した11頭中10頭はオスであった。一方、移動しなかった10頭中6頭はメスであった。

右列のマトリクスは羅臼側で人為的に死亡した亜成獣を示している。右上のマトリクスの中の右上(白抜き)は、斜里から羅臼側へ北から南へと移動したことを示し、左下(白抜き)は斜里側から羅臼側の南から北への移動を示す。中央の斜めの網掛けは南北移動せず、斜里側から山を越えて東隣の羅臼側へ移動して死亡したものである。右中のマトリクスは羅臼側の中での南北移動を示す。出生地が推定できた32頭中25頭は斜里側から羅臼側への移動個体だった(右上のマトリクス)。また、斜里側からの25頭中21頭は斜里側先端部AW地区から主稜線を越えて羅臼側へ行ったものであり、うち19頭もがオスであった。

解析した106頭の亜成獣のうち、約半数の50頭は出生地不明であり(左下マトリクス, 右下マトリクス)その動向に左右される面はあるが、大量出沒により捕殺されるものが多かった2015年のデータを加えて示してみても、メスに比べてオスがより強い分散傾向を示すことや、斜里側ではオスが西岸をそのまま南方へ分散する流れがあること、羅臼側では半島先端部の斜里町側から羅臼町北部へ移動する大きな流れが存在することといった山中ら(2016)が指摘した傾向と大きく変わらなかった。

### 麻醉銃を用いた生体捕獲とGPS標識による個体追跡

ヒグマの行動様式を調べる方法として、ヒグマを捕獲し、GPS標識を装着して放獣する手法が広く用いられている。生体の捕獲法としてパレル型トラップを用いることが日本では一般的であるが、捕獲する個体を選別することができないこと、ワナの管理に労力を伴うことなどの課題がある。海外ではヘリコプターを用いて野生個体を非拘束下で麻醉銃により捕獲している例もあるが、植生

が密で見通しが悪くヘリコプターの費用が高額な我が国においては未だ行われていない。ルシャ地区では地上においてヒグマに接近可能であり、日本国内で唯一非拘束下の野生個体を麻醉銃によって生体捕獲することができる環境にあると考えられ、その手法の確立も含めて試行を行った。

なお、この手法による捕獲に踏み切った背景には、先に第4章で述べた麻醉銃によるバイオシグダート法による豊富な経験があった。バイオシグダートで用いる投薬器は本来麻醉薬の注入に用いるものであり、同じ投薬器に異なる針を付けて発射しているにすぎない。これを用いた多数の射撃経験を持つ我々は、慎重に対応さえすれば本調査地のヒグマは攻撃してくるような危険な反応を見せないことが経験上分かっていた。また非拘束下のヒグマを捕獲するためには、不動化されるまでにヒグマが大きく移動して見失ってしまうことが心配されるが、バイオシグダートの経験からほとんどのヒグマは数十メートル逃走した後は平常の行動に戻ることが分かっており、薬液の効果が現れるまで対象個体を見失わないことが期待できた。

本研究における生体捕獲の目的は、標識を装着することで個体識別を容易にし、出現状況や繁殖状態の継続的観察を行うこと、および、GPS標識を利用してヒグマ移動分散や生息地利用様式を明らかにすることであった。捕獲対象は定着的に狭い行動圏を持っていることが予想されるため、人為的な死亡が発生する可能性が低く継続的な調査が可能であり、事後の標識の回収も容易と考えられるメスを中心とした。

## 1. 麻醉銃を用いた不動化

麻醉の投与にはバイオシグダート法に用いたものと同じ炭酸ガス圧式麻醉銃を使用した。投薬器は3 mLまたは5 mLダートシリンジを(図10)を使用した。注射針は太さ1.5 mm長さ25 mmの針(Dan-Inject Injection needles)を用い、命中した投薬器を薬液注入完了まで動物の体に刺さったまま保持する仕組みは、針状の返し付きのタイプ(barbed)と円錐形のスカート状の返し付きのタイ

プ(collared)の2種を使用した(図9)。麻醉銃の照準は薬液を注入した状態で射程20 mでゼロインさせ(ガス圧は3 mLシリンジで8気圧、5 mLシリンジで8.5気圧)、距離に応じて(10–30m)でガス圧を微調整した。麻醉には鎮静薬として塩酸メデトミジンおよび麻醉薬として塩酸ゾラゼパム・塩酸チレタミン混合薬を用い、両者を混合の上、肩部または臀部の筋肉内に投与した。

2013年および2014年では、亜成獣には投与に際して2名以上で個体の体重を目測し、塩酸メデトミジン80  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、塩酸ゾラゼパム・塩酸チレタミン混合薬4.5  $\text{mg}/\text{kg}$ の濃度で投与した。メス成獣に対しては全ての個体に対して塩酸メデトミジンを12 mg、塩酸ゾラゼパム・塩酸チレタミン混合薬を675 mg投与した。2015年では、全ての個体に対して2名以上で体重を目測し、塩酸メデトミジン75  $\mu\text{g}/\text{kg}$ 、塩酸ゾラゼパム・塩酸チレタミン混合薬5.5  $\text{mg}/\text{kg}$ の濃度で投与した。投与後、十分な不動化が確認された後に作業を開始した。作業中は10分おきに呼吸数を計測し、容態管理を行った。

不動化後は四肢をロープで拘束し、バイトブロックおよび目隠しを装着した。その後体重、体長、体沿長、体高、胴高、首周り、胸囲、胴囲、尾長、耳長、耳前頭周囲および掌幅を計測した。また、体毛、血液および前臼歯の採取ならびに個体識別用の耳標を装着し、一部のヒグマに行動追跡用の首輪型GPS標識を装着した。作業終了後、鎮痛薬としてメロキシカム0.2  $\text{mg}/\text{kg}$ を皮下投与し、抗生物質としてアモキシシリン油性懸濁注射液15  $\text{mg}/\text{kg}$ を筋肉内に、塩酸アチパメゾールを塩酸メデトミジン投与量の5倍量になるよう筋肉内に投与し覚醒を促した。

結果として、2013年に1頭、2014年に7頭、2015年に4頭の12例、計10頭のヒグマを捕獲した(十分な麻醉薬を投与できず不動化に至らなかった4例、および麻醉投与後に死亡した1例を除く。また2頭は2回捕獲を行った)。捕獲に成功した個体の不動化に至る状況を表18に示した。捕獲個体は1頭を除きすべてメスであり、年齢は初回捕獲時5歳未満だった個体が4頭(捕獲時平均体重53 kg)、5歳以上の個体が6頭(捕獲時平均体重131 kg)で

あった。初回投与のみで不動化された個体は8例で、1回以上の追加投与が必要だった個体は4例であった。麻酔量と初回投与から不動化までに要した時間は、初回投与のみで不動化が完了した8例についてはいずれも5分以内、追加投与が必要だった4例については10-75分であった。麻酔に際し投薬器が命中したものの、十分な麻酔効果を得られないまま捕獲対象に逃走された例が3例あった。いずれも命中後に針が抜けたり、弾かれるなどして十分な麻酔薬が投与されなかったと考えられた。このことを防ぐためには、刺さった際に抜けにくい1.5×25 mm針 (barbed) と一度に十分な量の薬液の投与が可能な5 mLシリンジとの組み合わせを使用し、標的(臀部)に対し垂直に投薬器を発射することが重要であると考えられた。

捕獲した個体のうち、4頭は子連れであり、内訳は当歳子1頭連れが3頭、1歳子2頭連れが1頭であった。いずれも不動化された母親の周辺を離れなかったが、調査員が近づくと近くの斜面に逃走した。麻酔処置を施している間、当歳子は200 mほど離れた斜面や木の上で待機していることが多かった。母親が麻酔から回復し始めると、1例は母親まで20 mほど近くまで接近したが、警戒するように木に登り、すぐに接触することはなかった。また別のメスは麻酔から覚醒するとしきりに地面の匂いを嗅ぐ行動を示し、最終的に自らの子が通ったルートをたどって林内へと入っていった。その後の調査で、すべての例で母親と子が合流したことが確認された。本調査では母と子がいつ合流したかは定かではないが、4例中3例では遅くとも約1週間以内の調査時に合流していたことが確認されており、それほど時間を要すことはなかったのではないかと考えられた。

麻酔を試みた個体のうち、1頭のメスは麻酔投与後に死亡した。この個体(BE)は過去の出産履歴により少なくとも15歳以上であることが判明している個体である。麻酔投薬の2分後にうつぶせで倒れ、保定作業を開始しようとした際(投薬15分後)に呼吸していないことに気づいた。その後心臓マッサージおよび麻酔拮抗薬の投与を試みるものの、投薬40分後に死亡が確認された。死体の

回収後に実施した剖検では気管切開時に異物は認められず、誤嚥は生じていなかった。解剖時、他の臓器に肉眼的病変は観察されておらず、なんらかの疾患に罹患し衰弱していたという可能性も高いとはいえない。このことから、死亡の原因は麻酔薬が有する副作用にあると考えられた。特にメドミジンは呼吸抑制や血圧低下を引き起こすことが知られており、一時的に血中濃度が高まった結果、呼吸困難・ショック状態に陥り心肺が停止したものと思われた。

このような麻酔事故が起きないようにするために、以下のような改善策を講じることとした。(1) 麻酔投与前に体重を入念に推定し、塩酸メドミジン: 75 µg/kg、塩酸ゾラゼパム・塩酸チレタミン混合薬: 5.5 mg/kgの容量で薬液を調整する。これにより、推定した体重に多少の誤差があっても、投与量が通常(バレルトラップでの麻酔時)の1.5-2倍の範囲に収まるようにする。(2) 麻酔管理者と護衛は、捕獲個体が倒れた後できるだけ早く安全に観察可能な位置に移動し、すべての作業を開始する前に異常が認められないかどうか呼吸の有無・回数を入念に確認する。(3) 麻酔管理者は他の捕獲作業を兼務せず、捕獲個体の麻酔状態(呼吸・心拍・体温)のモニタリングに専念する。(4) 麻酔管理者は、捕獲個体の麻酔状態を確認する最初の段階から、必要な容量のメドミジン拮抗薬(アチパメゾール)を入れた注射器を携帯し、即座に投与できる状態にしておく。また、呼吸数が5回を下回った際は(本麻酔条件での呼吸数は通常、6-20回ほどである)、即座に作業を打ち切り拮抗薬の投与を行う。(5) クマが呼吸困難、心臓停止などの深刻な状態に陥った場合、即座に蘇生作業(気道の確保および心臓マッサージ)を開始する。(6) 本件と同じ事態だけでなく、その他起こりうる事態を予め想定し、事前の準備、対応策について協議しておく。事故後の捕獲作業には、以上の改善策を厳格に実施した。

## 2. GPS標識を用いた行動追跡

捕獲したヒグマのうち8頭のメス成獣に首輪型GPS標識を装着した。うち2頭にはLOTEK社製首

輪 (GPS4400M および Iridium TrackM 3D) を, 6頭には VECTRONIC 社首輪 (GPS PLUS-3 Collar および GPS PLUS-3 Collar Iridium) を用いた (表19). 測位頻度は, 測位が2年以上続く事が見込まれる2

時間おき (1日12回) ないし1時間おき (1日24回) とした. クマが冬眠穴に入り測位が期待できない2箇月 (1月15日-2月末日) はバッテリー節約のため測位を停止させた.

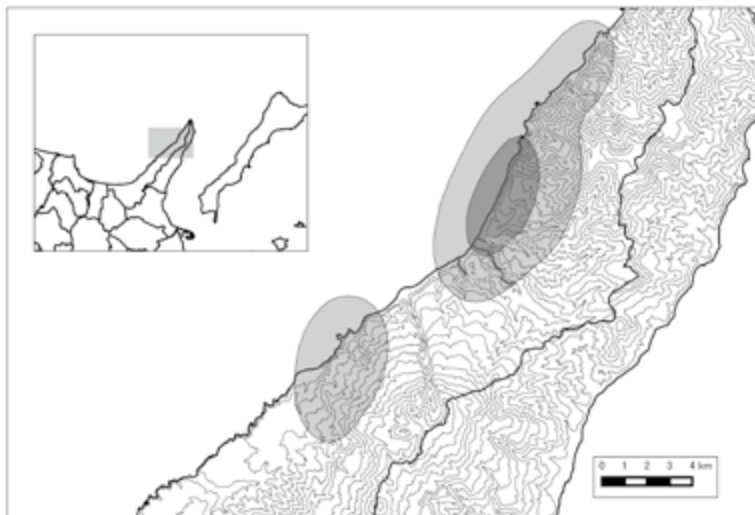
図16. GPS 標識を装着した個体の測位期間. 網かけ部は測位データが得られた期間を表す.

個体ID	2013年				2014年								2015年						
	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
BK																			
GI																			
LI																			
KR																			
DR																			
RI																			
KS																			
WK																			

図17. GI (5歳メス) の2015年の年間行動圏. うすい網掛けは95%固定カーネル, 濃い網掛けは50%固定カーネルによる行動圏を示す.



図18. RI, GI (13歳メス) の2015年の年間行動圏. うすい網掛けは95%固定カーネル, 濃い網掛けは50%固定カーネルによる行動圏を示す.



GPS標識を装着した8個体の測位データが得られた期間は図16のとおりである。首輪の不具合のために十分な測位データが得られなかった2例(LIとWK)について以下に概要を記す。LIは2014年8月15日に捕獲し、GPS PLUS-3 Collarを装着した。8月26日にデータのダウンロードを行い、それまでの位置情報の回収に成功したが、翌27日にVHFの発信音がダブルパルス(首輪とのコミュニケーションがとれない状態)となり、以降データの取得ができなくなった。翌年になっても状態は変わらなかったため、2015年6月5日に遠隔操作で首輪を脱落させて回収した。その後首輪より直接データの回収を試みたところ、2014年9月以降も間欠的に位置情報が取得されていたことがわかった。特に2015年4月26日以降は1箇月近く連続してデータが取得されていたが、5月28日に再びデータの取得が途絶えていた。一方WKは2015年8月29日に捕獲し、GPS PLUS-3 Collar Iridiumを装着した。この個体の位置情報は衛星を経由し取得される仕組みとなっていたが、9月10日を境に情報が途絶えた。その後10月26日に位置情報が突然更新されたが、29日には再び情報が途絶えたため、11月11日に遠隔操作で首輪を落として回収した。

継続して行動を追跡することができた6頭のうち2頭(GI・RI)について、2015年の年間行動圏をそれぞれ図17, 18に示した。それぞれうすい網掛けの範囲は95%固定カーネル法による行動圏、濃い網掛けは50%固定カーネル法による行動圏を示す。95%カーネルは短期間の遠方への移動を除いた主要な行動範囲を示し、50%カーネルは最もよく利用される行動圏の中心を示している。

GI(2015年時点5歳)はこの年初めて出産し、2頭の子と行動を共にしていた。この個体の行動圏はルシャ地区よりやや北側の海岸部および内陸部に限局していた。95%固定カーネル法を用いて算出された行動圏は、春期が $2.7\text{ km}^2$ 、夏期が $5.1\text{ km}^2$ 、 $6.5\text{ km}^2$ であり、すべての季節でほぼ変わらずテッパンベツ川から北の狭い地域を定着的に利用していた。この個体は観察調査において、稀にしか目撃されることがなく、ルシャ地区から離れた地域



図18. Vectronic社製、GPS標識GPS PLUS-3 Collar Iridiumを装着されたRI。2015年は単独であった。ヒグマが最もやせる夏期でも140 kgをこえる大型のメス。

をおもな生活域としていて、ときおり訪問して来るのではなかと考えられていたが、GPS追跡の結果、ルシャ地区内の極めて狭い地域に定着していたことが判明した。我々が定期的に観察を行っているのは、ルシャ地区の海岸に沿った道路上であり、道路はテッパンベツ川の北800 mほどで行き止まりとなっている。この個体の主要な行動圏はおもな観察地域からやや北にずれているために、目撃頻度が低いことが理解された。

一方RI(2015年時点13歳、図19)は冬眠明けに子離れしたと考えられ、一年を通して単独で行動していた。95%固定カーネル法を用いて算出された行動圏は、春期が $60.3\text{ km}^2$ 、夏期が $74.7\text{ km}^2$ 、秋期が $18.9\text{ km}^2$ でGIに比べて広く、行動範囲はルシャ地区を中心に海岸線に南北に細長く分布していた。この個体はルシャ地区でサケマスが産卵をはじめると毎日のように観察されるが、春から夏期には1箇月以上も観察されないことがしばしばであった。GPS標識による継続的な追跡によって、特に夏期は95%カーネルの範囲から遠く離れた知床岬までの海岸線を何度も往復していたことが明らかとなった。そのような遠方への移動が長期の不在として観察されることが判明した。シカの採食圧の影響で春から初夏の主要な餌である草本の資源量が乏しいルシャ地区を離れ、沿岸定置網の手網(岸から沖合に伸びて魚を定置網に誘導するカーテン状の仕切り網)に引っかかったマスの捕食がたやすく、草本も多い知床岬方面に巡回して



いたのではないかと考えられた。

このように、各個体の行動圏は個体特有の行動特性や連れ子の有無、季節的な食物資源の分布、豊凶などにより影響を受けることが示唆された。ルシャ地区の海岸線における観察は行動圏の一部を切り取って見ていることが改めて認識させられた。継続的な追跡に成功した6頭の中で、GI・RIを含むメス成獣5頭の行動圏の分布は個体によって異なりはするが、大きく稜線を越えて東岸の羅臼地区まで広がることはなく、半島先端部およびその西岸から離れずに完結していた。しかし、長期追跡を行うことができた亜成獣(BK, メス)については、先端部地区の東西両岸をまたいで広い行動圏をもっていた。今後、成長過程においてさらに遠方への分散行動が見られるのか、メス成獣のような定着的な行動圏にどの段階で落ちつくのか興味深い。

### 総合考察

継続的な観察調査や遺伝子解析の結果、ルシャ地区では最大で4世代(子-母親-祖母-曾祖母)が生活しており、互いに近縁な約15頭の成獣メスと、その子らが同地区を主に利用していることが明らかとなった。一方、ルシャ地区において実施したヘアトラップ調査により、人前に現れないが同地区を利用している個体も多くいることが分かった。例えば、2014年に直接観察されたヒグマの頭数は最大52頭であったのに対し、姿は見せないが遺伝子解析のみで識別された個体を含めると最大76頭がルシャ地区を利用していた。このような個体は主として他地域より、繁殖機会や食物資源を求めて不定期に同地区を訪れたものと考えられる。実際、2015年に実施したヘアトラップ調査では、複数の個体がルシャ地区および周辺地域(斜里側・羅臼側)両方で確認されており、地域間で個体の移動があることが明らかとなった。また、ルシャ地区を利用していた個体が、斜里町・羅臼町の市街地周辺で有害駆除もしくは狩猟により捕殺された例が確認された(表2-4)。このような例はオスに偏っており、メスに比べより広い範囲を行動する成獣オスや、新天地を求め出生地より分

散する過程の亜成獣オスが、市街地周辺に近づきすぎたり軋轢を引き起こした結果捕獲されたものと考えられる。

特に亜成獣のオスについては、保護区である半島先端地域から、保護区外の東岸の羅臼町や半島中部以南の斜里町側へ移動する傾向が見出された。高い密度の個体群をかかえる国立公園等の保護区が存在するが限り、このような傾向は続くことが予想され、また一方で世界自然遺産に指定されて豊かな野生動物群集や生態系の保全が国際的にも要請される知床では、ヒグマをはじめとする野生動物と共に生きるための工夫と努力が望まれるだろう。この度の「知床の人とヒグマの共存事業」のもう一方の事業である「羅臼町における地域住民とヒグマの安全安心・共存プロジェクト」で試みられたような人の生活圏とヒグマの生息地を分ける工夫や、危機管理対策の強化の必要性が改めて示されたといえるであろう。本研究で試みたGPS追跡調査は24時間体制できめ細かくヒグマの行動を追うことが可能であり、人の生活圏との境界付近におけるヒグマの行動パターンを知ることができれば、人とヒグマの間の軋轢を軽減させる対策の新たなアイデアを検討することができるだろう。

また、本研究で試みた多様な手法を用いることで、多数の個体の遺伝子情報を収集することが可能であることが明らかとなった。これらの取り組みを継続することができれば、地域個体群の特性や構造を遺伝子レベルで明らかにできる。知床におけるヒグマ研究は、血縁関係まで絡めた行動学的研究や社会生物学的研究へアプローチできる可能性を持っているといえるだろう。

### 謝辞

本研究は、ダイキン工業株式会社の支援に基づく知床世界自然遺産地域保全事業の「知床の人とヒグマの共存事業」の一環として行われた。ルシャ地区においては、現地に漁業拠点を有する知床漁業生産組合の大瀬初三郎代表ら漁業者の皆さんに物心両面から大きなご支援をいただいた。増田泰事務局長をはじめ公益財団法人知床財団の

皆様には、各種調査機材の貸与や現地調査への参加など多岐にわたる協力をいただいた。また、中西将尚氏は野外調査の多くの場面でサポートいただき、本研究の実行に欠かすことのできない存在であった。北海道大学獣医学部野生動物学教室坪田敏男教授ならびに森協潤氏、森文彦氏、辻野優勝氏、白根ゆり氏には、野外調査、試料分析およびデータ解析にあたりご尽力をいただいた。また、早稲田大学人間科学学術院人間環境科学科の東出大志氏、および、酪農学園大学野生動物生態学研究室の佐藤喜和教授には多くのアドバイスをいただき、ヘアトラップの改良などに役立てることができた。

尚、本研究では、北海道総合研究機構環境科学研究センターの間野勉氏、釣賀一二三氏、そして、前出の佐藤喜和氏の3名に外部検討委員になっていただき、毎年度末の成果報告会議において有益な議論をいただいた

終わりにあたり、多大なご援助をいただいたダイキン工業株式会社に対してここで改めて厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

井上英治. 2015. 非侵襲的試料を用いたDNA分析: 試料の保存, DNA抽出, PCR増幅及び血縁関係の方法について. 霊長類研究 31: 3-18.

Matsuhashi T., Masuda R., Mano T., & Yoshida M.C. 1999. Microevolution of the mitochondrial DNA

control region in the Japanese brown bear (*Ursus arctos*) population. *Molecular Biology and Evolution* 16: 676-784.

Olson T. L. 2009. Remote biopsy dart sampling of brown bears. Alaska Region Natural Resources Technical Report NPS/AR/NRTR-2009-74. 8 pp. National Park Service, King Salmon, Alaska.

Pagano A. M., Peacock E. & McKinney M. A. 2014. Remote biopsy darting and marking of polar bears. *Marine Mammal Science* 30: 169-183.

Shimozuru M., Yamanaka M., Nakanishi M., Moriwaki J., Mori F., Tsujino M., Shirane Y., Ishinazaka T., Kasai S., Nose T., Masuda R., & Tsubota T. 2017. Reproductive parameters and cub survival of brown bears in the Rurua area of the Shiretoko Peninsula, Hokkaido, Japan. *PLoS ONE* 12: e0176251.

Yamamoto K., Tsubota T., Komatsu T., Katayama A., Murase T., Kita I., & Kudo T. 2002. Sex identification of Japanese black bear, *Ursus thibetanus japonicus*, by PCR based on amelogenin gene. *Journal of Veterinary Medical Science* 64: 505-508.

山中正実・増田泰・石名坂豪. 2016. 知床国立公園におけるヒグマの保護管理の近年の進展と課題. 知床博物館研究報告特別号 1: 55-78.

湯浅卓・佐藤喜和. 2008. ヘア・トラップを用いたクマ類の個体数推定法における課題: 国内外の事例の比較検討. *哺乳類科学* 48: 109-118.

表 1. ルンシャ地区において観察されたヒグマの数および内訳.

	成獣メス (≥4歳)	成獣オス (≥4歳)	単独亜成獣 (1-3歳)	亜成獣 <sup>a</sup> (0-2歳)	合計
2011年	14	4	14	17	49
2012年	19-21	3	8-10	18	48-52
2013年	14-16	5-6	9-10	5	33-37
2014年	20-21	3-4	7	21	50-52
2015年	18-19	1	6	19	44-45
平均	17.0-18.2	3.2-3.6	8.8-9.4	16	44.8-47.0

<sup>a</sup>母親に同伴している亜成獣.

表2. ルンチャ地区における目視観察調査により識別された個体の出沒記録、初めて観察された時点で成獣(4歳以上)であると推定された個体を対象とした。

個体情報		2011年				2012年				2013年				2014年				2015年					
個体ID	性別	母	出生年	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
KB	♀	-	S	S	S	S	S	S	S	-	S	S	S	-	S	S	-	S	S	S	S	S	S
DC	♀	-	S	-	-	-	C2	C2	C1	C1	-	-	S	S	-	-	-	-	C2	C2	C2	-	-
WM	♀	-	Y2	-	Y2	Y2	-	S	-	S	-	-	C1	S	-	-	-	-	C2	C2	C2	C2	-
LI	♀	KB	1996	S	S	S	-	C1	C1	S	S	S	C2	C2	C2	C2	C2	Y2	S	S	S	S	-
BE	♀	-	C2	C2	C2	C2	-	Y2	Y2	Y1	Y1	Y1	-	S	S	S	-	-	C3	C2	C2	C2	C2
KS	♀	-	S	-	-	-	-	-	C1	C1	-	-	-	S	S	-	-	-	-	C1	-	-	-
KR	♀	DC	C2	C2	C2	-	-	Y2	S	S	-	-	C2	C2	C2	C2	-	-	S	S	-	-	-
WK	♀	KB	C2	C2	C2	C2	C2	Y2	Y2	Y1	Y1	Y1	-	S	S	S	-	-	C3	C2	C2	C2	C2
RI	♀	2002	-	Y2	Y2	Y2	-	-	Tw1	Tw1	Tw1	Tw1	Th1	S	S	S	-	-	C2	C1	C1	C1	C1
PK	♀	DC	2004	-	C1	C1	C1	C1	-	Y1	Y1	Dn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GG	♀	-	C2	-	C1	C1	-	-	-	Y1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SA	♀	-	C2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DR	♀	BE	2004	-	C2	C2	C2	C2	Y2	Y2	Y1	Y1	Y1	-	S	S	S	-	-	C2	C1	C1	C1
HC	♀	KR	2007	S	S	S	S	-	C1	C1	S	S	S	-	S	S	S	-	-	C2	C2	C2	C2
HM	♀	-	-	-	-	-	-	-	Y1	Y1	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YG	♀	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HO	♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JU	♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UN	♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FF	♀	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OR	♂	-	S	S	-	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IK	♂	-	S	S	-	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MS	♂	-	S	-	S	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KT	♂	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-は観察されなかったことを表す。Sは単独、Cは当歳子連れ、Yは1歳子連れ、Twは2歳子連れ、Thは3歳子連れを意味し、数字は連れ子の数を表す。Dnは自然死を、Daは麻酔事故による死亡を、Dncは有害駆除による死亡を表す。

**表3.** ルンチャ地区における目視観察調査により識別された個体の出沒記録。初めて観察された時点で亜成獣（3歳以下）であると推定された個体のうち、2011年までに出生した個体を対象とした（出生年に死亡したと考えられた個体は除く）。

個体情報		2011年			2012年			2013年			2014年			2015年										
個体ID	性別	母	出生年	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	
WD	♀			-	S	S	S	-	S	-	-	-	-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-
SR	♀			-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KK	♀			-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SZ	♀	KB		-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YU	♂			-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BM	♂	SA		-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CC	♂	BE 2009		-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GB	♀	KR 2009		-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GI	♀	LI 2010		-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
GA	♂	LI 2010		-	S	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MY	♂	KB 2010		-	S	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RU	♂	RI 2010		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LE	♂	RI 2010		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SK	♂	DC 2010		-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SC	♂	DC 2010		-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WY	♀	WM 2010		-	M	-	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WA	♂	WM 2010		-	M	-	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NB	♀	KR 2011		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NC	不明	KR 2011		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BP	♀	BE 2011		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BK	♀	BE 2011		-	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WN	♀	WK 2011		-	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
WO	♂	WK 2011		-	M	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FS	♀	DR 2011		-	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FK	♂	DR 2011		-	M	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PO	♂	PK 2011		-	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HK	♀	HM 2011		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

-は観察されなかったことを表す。Mは母親と同伴していたことを示す。Sは単独、Cは当歳子連れを意味し、数字は連れ子の数を表す。Dnは自然死を、Dncは有害駆除による死亡を、Dhは狩猟による死亡を表す。

**表4.** ルシヤ地区における目視観察調査により識別された個体の出没記録, 初めて観察された時点で亜成獣(3歳以下)であると推定された個体のうち, 2012年から2014年に出生したと考えられる個体を対象とした(出生年に死亡したと考えられた個体は除く).

個体情報				2013年							2014年							2015年						
個体ID	性別	母	出生年	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月
DT	♂	DC	2012	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KX	不明	KB	2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KY	不明	KS	2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ME	♀	YG	2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KZ	♂	ER	2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Dnc	-	-	-	-
PT	♂	KR	2013	-	M	M	M	M	M	-	-	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TP	♀	KR	2013	-	M	M	M	M	M	-	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
RO	♂	JU	2013	-	-	-	-	-	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LL	♂	LI	2013	M	M	M	M	M	M	M	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DD	♀	LI	2013	M	M	M	M	M	M	M	-	S	S	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KP	♀	KS	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-
BC	♀	BE	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	-	S	-	-	-	-
BT	♀	BE	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	-	S	-	-	-	-
MN	♀	WM	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-
KN	♀	WM	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-	-
HJ	♂	HC	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	S	S	S	S	-	-
HI	♀	HC	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	S	S	S	-	-	-
LN	♂	RI	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	-	-	-	-	-	-
CB	♂	DR	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	S	S	-	-	-	-
HN	♀	HO	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-
RN	♀	HO	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	M	-	-	-	-	-	-	-	-
WP	♂	WK	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	M	M	M	M	M	Dn
WI	♂	WK	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	M	M	M	-	M	M	M	M	M	M
DL	♂	DC	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	-	-	-	M	M	M	M	-
DS	♀	DC	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	M	M	-	-	-	M	M	M	M	-
EI	♂	UN	2014	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	M	-	-	-	-	-	-	M	M	-	M

-は観察されなかったことを表す。Mは母親と同伴していたことを、Sは単独であったことを表す。Dnは自然死を、Dncは有害駆除による死亡を表す。MEおよびKZの出生年は推定。KZは2015年7月に単独で確認された後、同月に有害駆除により捕殺された。

**表5.** 当歳子の生存率(生後約半年から約1歳半までの期間)。

	出産メス数	当歳子の数	生存数 <sup>a</sup>	生存率 <sup>a</sup>
2011年	7	13	10-12	77-92%
2012年	5	7	1-3	14-43%
2013年	3	5	4	80%
2014年	10	20	13-16	65-80%
2015年	8	14	2-6	14-43%
合計	33	59	30-41	51-69%

<sup>a</sup>出生年に親元から消失した個体は死亡したものとした。翌年以降に生存が確認された個体数を最低生存数とし、翌年以降観察されなかった個体を加えた数を最高生存数とした。

**表6.** 2013年に実施した調査における体毛の採取数（6月8日-11月14日）.

場所	方法	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
ルシャ川	フェンス型	1	6	14	8	11	19	59
ルシャ川	自然木(2本)	0	0	0	2	0	6	8
テッパンベツ川	フェンス型	3	3	4	11	5	14	40
テッパンベツ川	自然木(3本)	2	1	8	18	6	13	48
	フェンス型合計	4	9	18	19	16	33	99
	自然木合計	2	1	8	20	6	19	56

**表7.** 2013年における体毛解析数, DNA抽出成功率および確認個体数の推移.<sup>a</sup>1年間に遺伝情報が得られた個体数(重複を除く)を示す.<sup>b</sup>確認個体数のうち, 解析時点において初めて遺伝情報が得られた個体を示す.

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
体毛の採取数	6	10	26	39	22	52	155
解析数	6	9	23	38	19	46	141
DNA抽出成功数	5	8	21	32	13	16	95
抽出成功率(%)	83	89	91	84	68	35	67
確認個体数	3	5	8	14	10	8	28 <sup>a</sup>
新規個体数 <sup>b</sup>	1	2	1	6	2	3	15

**表8.** 2014年に実施した調査における体毛の採取数（6月9日-11月16日）.

場所	方法	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
ルシャ川	フェンス型	12	17	13	32	59	10	143
ルシャ川	自然木(3本)	10	7	9	11	5	4	46
テッパンベツ川	フェンス型	15	8	15	23	18	12	91
テッパンベツ川	自然木(4本)	6	21	36	58	42	18	181
	フェンス型合計	27	25	28	55	77	22	234
	自然木合計	16	28	45	69	47	22	227

**表9.** 2014年における体毛解析数, DNA抽出成功率および確認個体数の推移.<sup>a</sup>1年間に遺伝情報が得られた個体数(重複を除く)を示す.<sup>b</sup>確認個体数のうち, 解析時点において初めて遺伝情報が得られた個体を示す.

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
体毛の採取数	43	53	73	124	124	44	461
解析数	27	34	41	81	89	29	301
DNA抽出成功数	18	26	27	61	55	21	208
抽出成功率(%)	67	76	66	75	62	72	69
確認個体数	3	9	10	23	20	8	50 <sup>a</sup>
新規個体数 <sup>b</sup>	0	2	5	10	7	3	27

表10. 2015年に実施した調査における体毛試料の採取数

場所	方法	稼働期間		体毛試料採取数						
		設置日	撤去日	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
ルシャ川	フェンス型	7月1日	11月9日	-	26	21	10	3	16	76
ルシャ川	立木型	7月1日	11月9日	-	8	14	30	17	12	81
ルシャ川	自然木(2本)	-	-	1	3	17	8	7	0	36
テッパンベツ川	フェンス型	6月30日	11月9日	-	20	3	14	7	0	44
テッパンベツ川	立木型	6月30日	11月9日	-	25	23	63	8	15	134
テッパンベツ川	自然木(3本)	-	-	9	0	32	34	12	0	87
イダシュベツ	フェンス型	8月7日	11月8日	-	-	0	2	5	8	15
イダシュベツ	立木型	8月7日	11月8日	-	-	15	14	22	1	52
イロイロ沢	フェンス型	8月7日	11月8日	-	-	6	12	3	8	29
イロイロ沢	立木型	8月7日	11月8日	-	-	10	0	20	6	36
ウンメーン岩	フェンス型	7月28日	11月5日	-	-	1	11	23	8	43
ウンメーン岩	立木型	7月28日	11月5日	-	-	13	11	30	1	55
チエンベツ	フェンス型	7月28日	10月30日	-	7	7	5	3	-	22
チエンベツ	立木型	7月28日	10月30日	-	11	17	48	14	-	90
ルサ	フェンス型	7月30日	10月30日	-	-	0	13	1	-	14
ルサ	立木型	7月30日	10月30日	-	-	0	16	28	-	44
オショロコツ	フェンス型	7月29日	10月30日	-	-	16	0	0	-	16
オショロコツ	立木型	7月29日	10月30日	-	-	0	17	2	-	19
アイドマリ	フェンス型	7月30日	10月30日	-	-	18	1	0	-	19
アイドマリ	立木型	7月30日	10月30日	-	-	11	8	12	-	31
ルシャ地区合計				10	82	110	159	54	43	458
斜里側合計(3箇所)				0	0	45	50	103	32	230
羅臼側合計(4箇所)				0	18	69	108	60	0	255
フェンス型合計				0	53	72	68	45	40	278
立木型合計				0	44	103	207	153	35	542
自然木合計				10	3	49	42	19	0	123

表11. 2015年における体毛解析数およびDNA抽出成功率の推移.

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
体毛の採取数	10	100	224	317	217	75	943
解析数	6	42	94	145	73	28	388
DNA抽出成功数	2	35	68	124	57	26	312
抽出成功率(%)	33	83	72	86	78	93	80

**表 12.** フェンス型ヘアトラップおよび立木型ヘアトラップにおいて遺伝子解析により確認された個体数の比較.

場所			7月	8月	9月	10月	11月	計 <sup>a</sup>
ルシャ地区	フェンス型	確認個体数	4	2	4	2	2	12
		新規個体数 <sup>b</sup>	2	0	0	1	0	3
	立木型	確認個体数	7	12	15	6	5	37
		新規個体数 <sup>b</sup>	2	2	4	2	1	11
斜里側 (3箇所)	フェンス型	確認個体数	–	2	5	5	5	11
		新規個体数 <sup>b</sup>	–	1	2	2	0	5
	立木型	確認個体数	–	4	4	7	1	14
		新規個体数 <sup>b</sup>	–	4	3	1	0	8
羅臼側 (4箇所)	フェンス型	確認個体数	1	6	2	1	–	10
		新規個体数 <sup>b</sup>	1	3	1	1	–	6
	立木型	確認個体数	2	3	6	7	–	14
		新規個体数 <sup>b</sup>	2	2	4	1	–	8
全地区合計	フェンス型	確認個体数	5	10	11	7	7	31
		新規個体数 <sup>b</sup>	3	4	3	3	0	13
	立木型	確認個体数	9	19	25	20	6	65
		新規個体数 <sup>b</sup>	4	8	11	4	0	27

**表 13.** 2011–15年のバイオプシダートの発射結果とDNA抽出成功件数, および, 識別できたヒグマの頭数.

年	発射回数	命中回数	命中率	針回収数	抽出成功数	抽出成功率 <sup>a</sup>	識別頭数 <sup>b</sup>	備考
2011	44(27)	37(23)	84.1%	32(18)	26(13)	81.3%	19	( )内は3 mL投薬器
2012	57	47	82.5%	45	41	91.1%	32	
2013	45	32	71.1%	31	27	87.1%	19	
2014	19(3)	12(1)	63.2%	12(1)	12(1)	100.0%	12	( )内は5 mL投薬器
2015	19(3)	17(3)	89.5%	16(3)	14(3)	87.5%	13	( )内は5 mL投薬器
計	184(33)	145(27)	78.8%	136(22)	120(17)	88.2%	95	( )内は3 mL, 5 mL投薬器

<sup>a</sup>抽出成功率はバイオプシ針が回収できたものの中で成功した割合を示す.

<sup>b</sup>各年の識別数は同一個体の重複を除いた数。年度間には個体の重複がある.

**表 14.** 遺伝子解析に供試した糞の数および解析成功率の推移 (2014–15年)

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	計
解析数	26	27	38	18	7	4	120
解析成功数	22	24	31	14	6	3	100
解析成功率 (%)	85	89	82	78	86	75	8

**表 15.** 糞の新旧による遺伝子解析成功率の比較.

	排泄後の経過日数 (推定)			
	排泄直後	半日程度	1日程度	2–3日程度
解析数	8	65	31	9
解析成功数	8	55	27	5
解析成功率 (%)	100	85	87	563



**表 16.** 糞の主要内容物による遺伝子解析成功率の比較.

	草本・木本	アリ	ハイマツ球果	果実	シカ	堅果	その他 <sup>a</sup>
解析数	67	4	9	13	1	17	3
解析成功数	58	3	7	12	1	13	3
解析成功率(%)	87	75	78	92	100	76	100

<sup>a</sup>キノコ類, 貝類を含む.**表 17.** 2011-15年の5年間に斜里町, 羅臼町で死亡した222頭のヒグマのうちDNA分析に供した頭数と分析に成功した頭数.

年	斜里町(半島西岸)							羅臼町(半島東岸)						
	狩猟	有害 駆除	事故	自然死	死亡計	分析供 試数	DNA抽 出成功数	狩猟	有害 駆除	事故	自然死	死亡計	分析供 試数	DNA抽 出成功数
2011	8	19	0	2	29	29	28	1	13	1	0	15	15	15
2012	6	16	0	4	26	24	24	1	45	0	2	48	48	48
2013	3	9	0	0	12	12	12	1	2	0	0	3	3	3
2014	3	10	0	0	13	13	13	0	6	0	0	6	6	6
2015	13	32	4	2	51	51	51	1	17	1	0	19	19	18
計	33	86	4	8	131	129	128	4	83	2	2	91	91	90

表 18. 麻醉銃による捕獲個体の不動化状況。

捕獲年	2013	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2014	2015	2015	2015	2015	2015
捕獲日	6月13日	6月8日	6月30日	7月1日	8月15日	8月25日	8月26日	8月28日	7月3日	7月4日	8月29日	8月29日	8月29日	9月29日
個体ID	BK	LL	GI	TP	LI	KR	DR	RI	KS	BE	WK	BK	GI	
性別	♀	♂	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀	♀
年齢	2歳	1歳	4歳	1歳	>5歳	>5歳	>5歳	成獣	>5歳	>5歳	>5歳	4歳	5歳	5歳
体重	60	39	91	31.5	139	144	99	149	140	120	117	87	105	105
投与回数	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1
不動化までの時間(分)	5分以内	5分以内	5-15分	30-45分	5分以内	60-75分	5分以内	5分以内	5分以内	5分以内	30-45分	5分以内	5分以内	5分以内
初回発射距離(m)	18	25	25	20	20	10	15	20	20	15	20	15	5	5
シリンジ(mL)	5	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
針種類 <sup>a</sup>	C	C	C	C	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B
M投与総量(µg/kg) <sup>c</sup>	146.7	96.2	164.8	254.0	86.3	135.4	121.2	80.5	85.7	100.0	107.7	68.6	64.3	64.3
ZT投与総量 <sup>b</sup>	5.0	5.8	9.9	15.0	5.6	8.5	7.9	5.2	5.6	6.5	7.7	5.0	4.7	4.7
M初回投与量(µg/kg) <sup>b</sup>	146.7	96.2	82.4	127.0	86.3	83.3	121.2	80.5	85.7	100.0	76.9	68.6	64.3	64.3
ZT初回投与量(mg/kg) <sup>b</sup>	5.0	5.8	4.9	7.5	5.6	5.4	7.9	5.2	5.6	6.5	5.6	5.0	4.7	4.7
M追加投与(µg/kg) <sup>b</sup>	-	-	82.4	127.0	-	52.1	-	-	-	-	30.8	-	-	-
ZT追加投与量(mg/kg) <sup>b</sup>	-	-	4.9	7.5	-	3.1	-	-	-	-	2.1	-	-	-

<sup>a</sup>1.5 × 25 mm Collared (C) または 1.5 × 25 mm Barbed (B).<sup>b</sup>塩酸メゾトミジン(M) および塩酸ゾラゼパム・チレタミン混合薬(ZT)を使用した。<sup>c</sup>個体ID, BE は死亡した。

**表 19.** 2011-15年の5年間に斜里町, 羅臼町で死亡した222頭のヒグマのうちDNA分析に供した頭数と分析に成功した頭数.

個体ID	性別	年齢	標識装着日	標識	備考
BK	♀	2	2013年6月13日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Lotek GPS4400M
LL	♂	1	2014年6月13日	耳票	
GI	♀	4	2014年6月30日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Lotek Iridium TrackM 3D
TP	♀	1	2014年7月1日	耳票	
LI	♀	>5	2014年8月15日	耳票, UHF通信データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar
KR	♀	>5	2014年8月25日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar Iridium
DR	♀	>5	2014年8月25日	耳票, UHF通信データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar
RI	♀	>5	2014年8月28日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar Iridium
KS	♀	>5	2015年7月3日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar Iridium
WK	♀	>5	2015年8月29日	耳票, 衛星経由データ取得型GPS首輪	Vectronic GPS PLUS-3 Collar Iridium